

МЕТРОЛОГИЯ И ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Лекция 8. Классы точности средств измерений

Предел допускаемой погрешности

В зависимости от характера изменения погрешностей в пределах диапазона измерений, а также от условий применения и назначения СИ пределы допускаемых погрешностей выражают в форме приведенных, относительных и абсолютных погрешностей.

Пределом допускаемой погрешности СИ в общем случае называется наибольшая (без учета знака) погрешность, при которой СИ может быть признано годным и допущено к применению. Данное определение справедливо применительно как к основной, так и к дополнительной погрешности.

Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины или условно в делениях шкалы, устанавливают по формуле

$$\Delta_n = \pm a$$

если погрешность имеет аддитивный характер, или по формуле

$$\Delta_n = \pm(a + bx)$$

если погрешность имеет соизмеримые аддитивную и мультипликативную составляющие, где x – значение измеряемой величины или число делений, отсчитанных по шкале; a, b – положительные числа, не зависящие от x .

С точки зрения точности a – остаточная погрешность, величина которой определяется выбранным методом измерения, а bx – так называемая погрешность чувствительности СИ. Величина этих составляющих определяется стандартами на конкретные СИ; например, погрешность установки выходного напряжения измерительного генератора

$$U = (0.3 + 0.15U), \text{ мкВ},$$

где U – устанавливаемое выходное напряжение в микровольтах.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности могут устанавливать также по более сложной формуле, в виде графика или таблицы.

Предел допускаемой погрешности

Пределы допускаемой относительной основной погрешности (в процентах) устанавливаются по формуле

$$\delta_n = \frac{\Delta_n}{x} \cdot 100 = \pm q,$$

если преобладает погрешность, имеющая мультипликативный характер, т.е. Δ_n установлена по формуле

$$\Delta_n = \pm bx$$

или по формуле

$$\delta_n = \frac{\Delta_n}{x} = \pm [c + d \left(\left| \frac{x_k}{x} \right| - 1 \right)]$$

если погрешность имеет соизмеримые аддитивную и мультипликативную составляющие.

x_k – больший по модулю из пределов измерений; c, d – положительные числа.

Значения c, d выбирают из следующего ряда:

$$1 \cdot 10^n; 1.5 \cdot 10^n; (1.6 \cdot 10^n); 2 \cdot 10^n; 2.5 \cdot 10^n; (3 \cdot 10^n); 4 \cdot 10^n; 5 \cdot 10^n; 6 \cdot 10^n$$

Значения, указанные в скобках, не устанавливают для вновь разрабатываемых СИ.

В обоснованных случаях пределы допускаемой относительной основной погрешности устанавливают по более сложной формуле, а также в виде графика или таблицы.

Предел допускаемой погрешности

Пределы допускаемой приведенной основной погрешности (в процентах) устанавливают по формуле

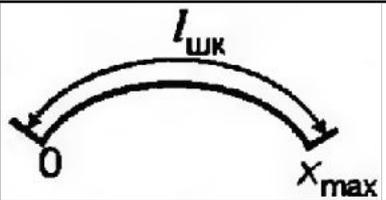
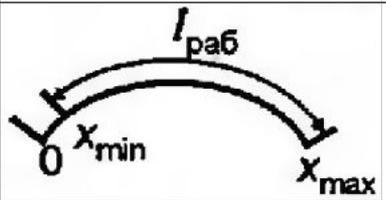
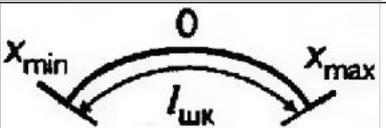
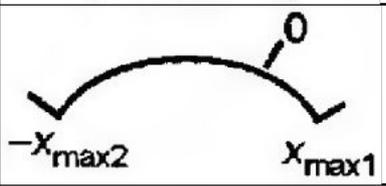
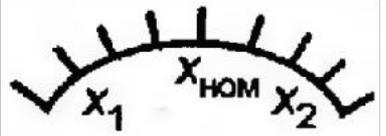
$$\gamma_n = \left(\frac{\Delta_n}{x_n} \right) \cdot 100 = \pm p$$

где Δ_n – пределы допускаемой абсолютной основной погрешности; x_n – нормирующее значение – условно принятое значение измеряемой величины, выраженное в тех же единицах, что и Δ_n ; p – отвлеченное положительное число.

Нормирующее значение x_n для аналоговых СИ выбирают в зависимости от характера шкалы и расположения (наличия) нулевых отметок.

Для СИ с равномерной, практически равномерной или степенной шкалой, если нулевое значение находится на краю или вне диапазона измерений, нормирующее значение x_n устанавливают равным большему из пределов измерений или равным большему из модулей пределов измерений, если нулевое значение находится внутри диапазона измерений.

Определение нормирующих значений

Расположение нулевой отметки	Вид шкалы	Нормирующее значение x_H при характере шкалы	
		равномерном, практически равномерном, степенном	существенно неравномерном
На краю диапазона		x_{\max}	$l_{\text{шк}}$
Вне диапазона измерений		$x_{\max} - x_{\min}$	$l_{\text{раб}}$
Внутри диапазона измерений		$ x_{\max} $	$l_{\text{шк}}$
		$ x_{\max_2} $	$l_{\text{шк}}$
Условный нуль		$ x_2 - x_1 $	-
Установленное значение		$x_{\text{НОМ}}$	-

Класс точности

Класс точности средств измерений – это обобщенная характеристика СИ, определяемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также другими свойствами СИ, влияющими на точность. Значения этих свойств устанавливают в стандартах на отдельные виды СИ.

Класс точности в общем случае определяется основными и дополнительными погрешностями. Однако, если изменение погрешности во всей рабочей области значений влияющих величин составляет менее половины основной, то дополнительная погрешность может не учитываться. Если же это условие не выполняется, то пределы допускаемых дополнительных погрешностей устанавливают в виде дольного (кратного) значения предела допускаемой основной погрешности.